Die fibrilläre Struktur des Dentins

Inaugural-Dissertation

zur
Erlangung der Doktorwürde einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Georgia-Augusta-Universität
zu Göttingen

vorgelegt von
Herbert Fiedler
aus Magdeburg

Die fibrilläre Struktur des Dentins

Inaugural-Dissertation

zur
Erlangung der Doktorwürde einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Georgia-Augusta-Universität
zu Göttingen

vorgelegt von
Herbert Fiedler
aus Magdeburg

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Göttingen.

Dekan: Prof. Gg. B. Gruber.
Referent: Prof. Rebel.

Mündliche Doktorprüfung am 23. Juni 1931.

Die fibrilläre Struktur des Dentins.

A. Die Ansichten über den fibrillären Aufbau des Dentins.

B. Eigene Untersuchungen

1. Material und Technik.
2. Beschreibung.

C. Zusammenfassung.

A.

In der älteren Literatur wird das Dentin als homogene Masse beschrieben. Später führte der eigentümliche Seidenglanz des Zahnes, der an Längs- und Querschnitten zu sehen ist, zu mannigfachen Vermutungen:

So erklärte Fr. Cuvier diesen Glanz als Folge einer Faserung des Zahnbeins.

Die gleiche Ansicht äußerten Malpighi und Bichat und zwar sollten nach Bichat die Fasern in der Längsrichtung der Wurzeln verlaufen.

Eine radiäre Faserung — also parallel den Zahnbeinkanälchen — beschrieben Schwann und Henle. Henle glaubte, daß immer in dem Raum zwischen zwei Kanälchen eine Faser verlaufe.

J. Tomes vermutete eine körnige Struktur der Zahnbeingrundsubstanz.

Die zutreffende Anschauung einer fibrillären Struktur des Dentins ließ man jedoch mit der Wiederentdeckung der Zahnbeinkanälchen fallen und führte nun den Seidenglanz einzig und allein auf diese zurück. Jedoch setzte das Fehlen des Seidenglanzes an ausgeglühten oder ausgekochten Schliffen trotz guter Erhaltung der Zahnbeinkanälchen noch einen anderen Faktor in der Struktur der Zahnbeingrundsubstanz voraus.

Erst die Untersuchungen v. Ebners bringen wieder die fibrilläre Struktur des Dentins in Erinnerung. Nach ihm besteht die Zahnbeingrundsubstanz aus feinsten, ungefähr 0,3 μ dicken kollagenen Fibrillen. Diese quellen in Säuren und Alkalien und können durch Auskochen und Ausglühen zerstört werden. Die Lichtgeschwindigkeit in ihnen ist in der Längsrichtung, welche zugleich der optischen Achse entspricht, eine größere als in der darauf folgenden senkrechten, d. h. die Fibrillen sind positiv einachsig. Die Fibrillen des Dentins entsprechen also genau den leimgebenden Bindegewebsfibrillen. Die Verbindung der Fibrillen erfolgt durch eine Kittsubstanz, in der auch die Kalksalze abgelagert werden, dagegen sind die Fibrillen selbst, jedenfalls die jugendlicher Zähne, unverkalkt. Denn wenn man alle organische Substanz im Zahnbein durch Kochen in Wasser zerstört, so treten an die Stelle der Fibrillen feinste Röhrchen, die sich beim Trocknen mit Luft füllen und dadurch sichtbar werden.

Je 6—8 Stück der Fibrillen werden zu Bündelchen von 2—3 μ zusammengefaßt. Diese Fibrillenbündel überkreuzen sich in Ebenen, die senkrecht auf den Zahnbeinkanälchen stehen; bei jeder Biegung der Kanälchen tritt daher auch eine Richtungsänderung der Fibrillen ein. Die sich überkreuzenden Lagen von Fibrillenbündeln führen v. Ebner zu der Annahme, daß das Zahnbein — ebenso wie der Knochen — einen aus übereinander geschichteten Lamellen gebildeten Bau aufweise. Da sich jedoch die Fibrillenverlaufsrichtung in den aufeinander folgenden Lagen nur ganz allmählich ändert, so kommt eine wirklich lamelläre Struktur nicht zum Ausdruck. Diese in beschränktem Sinne vorstellbaren Lamellen verlaufen der jeweiligen Oberfläche des Zahnes während seiner Entwicklung parallel, also in Wurzel und Halsteil in der Längsrichtung, im Kronenteil hingegen fast parallel zur Kaufläche.

Mit dem Richtungswechsel der Kanälchen ändert sich auch die Verlaufsrichtung der Fibrillen und bedingt dadurch eine Streifung des Dentins, die als Schregersche Linien bezeichnet wird.

Für die eigentlichen Dentinbildner hält v. Ebner ausschließlich die Odontoblasten, doch lehnt er eine direkte Umwandlung ihres Protoplasmas in fibilläres Dentin ab. Er läßt vielmehr dieser Bildung die Anlage eines Prädentins vorausgehen. „Dieses Prädentin ist eine amorphe Grundsubstanz, die niemals den Aggregatzustand eines flüssigen Sekretes durchgemacht hat und die sich später in Kollagen verwandelt. Im Verlaufe dieses chemichen Umwandlungsprozesses bilden sich von Anfang an tangential zur Oberfläche verlaufende Fibrillen." Diese durch eine Art Prägung entstandenen Fibrillen sind nach v. Ebner ausschließlich tangential orientiert. Abgesehen von einer nur wenige Mikren starken Lage an der äußeren Dentinoberfläche, die unregelmäßig verfilzt ist, bestreitet v. Ebner das Vorkommen von anderen als das Zahnbein tangential durchlaufendeu Fibrillen und hält die von anderen Autoren in den Frühstadien der Dentinentwicklung beschriebenen Radiärfasern für Trugbilder.

Gegen die v. Ebnersche Auffassung über Dentinentwicklung wandten sich mehrere Autoren:

So behauptet v. Korff, daß allein die von ihm entdeckten und nach ihm benannten Fasern die Zahnbeingrundsubstanz bilden. Er fand bei seinen Untersuchungen, wie diese aus der Pulpa kommenden und die Zwischenräume der Odontoblasten in stark geschlängeltem Verlauf durchsetzenden kollagenen Fasern sich an den peripherischen Enden der Odontoblasten in ihre Bestandteile, nämlich in allerfeinste radiär verlaufende Fibrillen auflösen und somit ein filzartiges Gewebe, d. h. die Dentinanlage bilden. Die v. Ebner beschriebene tangentiale Anordnung der Fibrillen im fertigen Zahnbein bestreitet v. Korff nicht und erklärt den scheinbaren Widerspruch, der darin liegt, daß die im Frühstadium der Dentinentwicklung radiär verlaufenden Fibrillen später in die tangentiale Richtung der v. Ebnerschen Fibrillen übergehen folgendermaßen. Die zunächst rein rädiär angeordneten Fibrillenzüge sollen beim Wachsen des Zahnbeins in die Tiefe, welches durch immer mehr aus der Pulpa heraustretende Fibrillen bedingt wird, eine allmähliche Drehung erfahren bis sie

schließlich schon während der ersten Entwicklungsperiode der Pulpaoberfläche annähernd parallel und senkrecht zur Zahnfaser verlaufen. v. Korff lehnt jede Beteiligung der Odontoblasten an der Dentinentwicklung ab und schreibt ihnen nur die Bildung der Tomesschen Fasern zu.

Der grundlegende Unterschied der v. Korffschen Auffassung gegenüber der v. Ebnerschen Anschauung beruht also darin, daß nach ihm die Dentinbildung von Anfang an fibrillär vor sich geht, und daß diese Bildung nur durch die v. Korffschen Fasern bedingt sein soll.

Studnicka schließt sich im allgemeinen der v. Korffschen Theorie an und tritt ebenfalls für das reichliche Vorkommen radiärer, zu den Zahnbeinkanälchen paralleler Fibrillenzüge während der ersten Entwicklung des Zahnbeins ein. Da er sich jedoch die ungeheure Menge der im fert'gen Dentin befindlichen Fibrillenmasse nicht aus den v. Korffschen Fasersystemen enstanden denken und ebenfalls nicht annehmen kann, daß diese ständig oder solange das Dentin wächst vom Pulpagewebe einen genügenden Zuwachs erfährt, so hält er das Dentin eines selbständigen Wachstums für fähig, und zwar soll die Grundsubstanz des jungen unverkalkten Dentins ständig zunehmen und sich in ihr fortwährend neue Fibrillen bilden. Es gelang Studnicka bei der Untersuchung von Silberpräparaten an der Dentinoberfläche dicht unter dem Schmelz wachsender und hier und da vollentwickelter Zähne eine dünne Lage mehr oder weniger radiär geordneter Fibrillenzüge festzustellen, in denen er die Reste der aufgesplitterten Radiärfasern v. Korffs sieht.

Bedeutsame Feststellungen konnte Weidenreich 1925 erbringen.

Auf Grund seiner Untersuchungen des Zahnbeins in der Reihe der Wirbeltiere unterscheidet er zunächst grundsätzlich zwei Typen von Zahnbein:

Manteldentin und zirkumpulpäres Dentin, die sich hinsichtlich Struktur, Entstehung und Lokalisation von einander unterscheiden.

Für das Manteldentin ist histologisch die gröbere Natur seiner Fasern charakteristisch, die im allgemeinen tangential von der Wurzel zur Zahnspitze verlaufen und sich unter dem Schmelzpinselförmig auffasern. Genetisch ist es dadurch gekennzeichnet, daß es den Charakter einer durch „An- und Ablagerung pulpärer bezw. papillärer Bindegewebsfasern verdickten fibrillären Basalmembran zwischen Papillenoberfläche und Schmelzepithel zeigt." Der Anteil, den das Manteldentin am Aufbau des Zahnes nimmt, ist je nach der Tierart verschieden. Bei den höheren Wirbeltierordnungen, besonders bei den Säugern, ist das Manteldentin meist nur auf die äußerste schmale Zone unter dem Schmelz beschränkt; bei den meisten Fischen liegen die Verhältnisse ähnlich; beim Hecht jedoch ist der Zahn überwiegend aus Manteldentin aufgebaut.

Das zirkumpulpäre Dentin hingegen ist histologisch durch äußerst feine Fibrillen gekennzeichnet. „Diese verlaufen entweder in mehr oder weniger isolierten Lagen oder spiraligen Bündeln zusammengedreht tangential, d. h. parallel zur Pulpaoberfläche, vielfach auch radiär oder zu einem in seiner genauen Richtung schwer bestimmbaren Flechtwerk angeordnet." Gebildet wird das zirkumpulpäre Dentin durch differenzierte Pulpazellen (Odontoblasten). „Es entsteht als eine ausgeflockte Masse mit primärem, fibrillärem Charakter

und Ausbildung einer Zwischensubstanz, in die nachträglich Kalksalze abgelagert werden." Bedingt wird die Ausflockung durch irgend einen von den Odontoblasten produzierten Stoff. Das zirkumpulpäre Dentin umfaßt zunächst die Pulparäume und bildet die Hauptmasse des Zahnbeins.

Mit diesem Doppelcharakter des Zahnbeins finden nach Weidenreich auch die gegensätzlichen Auffassungen v. Ebners und v. Korffs ihre Erklärung. Weidenreich gibt beiden Autoren Recht. v. Ebner hatte demnach bei seiner Beschreibung der Dentinentwicklung das zirkumpulpäre Dentin im Auge, während hingegen v. Korff das Manteldentin beschrieben habe.

Die v. Ebnersche Auffassung über eine ausschließlich tangentiale Fibrillenverlaufsrichtung lehnt Weidenreich ab und bewies durch seine Versuche das Vorkommen sowohl tangentialer als auch radiärer Fasern, und zwar sollen sie im zirkumpulpären Dentin innerhalb des Wurzelgebietes überwiegend tangential, im Kronengebiet dagegen parallel zu den Zahnbeinkanälchen — also radiär — verlaufen. Die Fasern des Manteldentins beschreibt er als vorwiegend tangential angeordnet. Weidenreich nimmt an, daß v. Ebner seine Beobachtungen im wesentlichen am Manteldentin machte, da man ja damals noch im Unklaren über den Doppelcharakter des Zahnbeins war, und dadurch zu seiner Auffasung über den Fibrillenverlauf kam.

Es stehen sich also in der Frage der Fibrillenanordnung zwei Meinungen gegenüber. Auf der einen Seite die v. Ebner vertretene, die jedes Vorkommen von Schräg- oder Radiärfasern im normalen Zahnbein, d. h. Fasern, die nicht senkrecht auf den Kanälchen stehen, ausgenommen eine dünne Lage unter dem Schmelz, bestreitet und die von anderen Autoren beschriebenen schrägen oder radiären Fasern für Trugbilder hält; dem gegenüber steht die andere, neuere Ansicht (Weidenreich, Studnicka), nach der im fertigen Zahnbein auch Fasern, die nicht tangential angeordnet sind, vorkommen.

Aus dieser Gegenüberstellung ergibt sich, daß die Ansichten über den Fibrillenverlauf auseinander gehen. Zweck dieser Arbeit soll es sein, festzustellen, ob die Fibrillen im ausgebildeten menschlichen Zahnbein wirklich immer nur senkrecht zu den Kanälchen stehen, oder ob auch andere — radiäre — Fasern nachweisbar sind.

Im Gegensatz zu anderen Autoren hatte Weidenreich für seine Arbeit größtenteils vollentwickelte Zähne verwandt. Bisher waren Zahnbeinuntersuchungen fast außschließlich an fötalen Zahnkeimen vorgenommen worden. Nur Studnicka hatte seine Untersuchungen mit der Silberimprägnationsmethode auch auf vollständig ausgebildetes Zahnbein ausgedehnt und dabei die Radialfasersysteme festgestellt. Weidenreichs Untersuchungen erstreckten sich auf die verschiedensten Arten von Zähnen:

1. Fischzähne: wie Hecht-, Hai-, Dorschzahn usw.
2. Zähne von Amphibien und Reptilien: Frosch-, Salamander-, Eidechsenzahn,
3. Säugetierzähne: Maulwurf-, Meerschweinchen-, Kaninchen-, Maus-, Hund-, Schwein (Fötus-), Menschenzahn (neugeboren).

B.

Es lag nun nahe, die Untersuchungen über Fibrillenverlauf auch auf den vollentwickelten Menschenzahn auszudehnen und auch hierbei wurde die von Weidenreich angegebene Weigertsche Fibrillenfärbung angewandt.

Die frisch extrahierten Zähne — es handelte sich vorzüglich um solche jugendlicher Individuen — kamen sogleich zum

1. Fixieren in Zenkersche Flüssigkeit in Maximowscher Modifikation . . . . 2—3 Tage
2. Wässern in fließendes H_2O . . . . 24 Stunden
3. Entkalken in Acidum nitricum 5%, Formalin 10% . . ca. 3—4 Wochen
4. Neutralisieren in Natriumsulfat 5% . . . . 24 Stunden
5. Wässern in fließendes H_2O . . . . 24 Stunden
6. Entwässern in Alkohol 50 % . . . . 24 Stunden
   Alkohol 60 % . . . . 24 Stunden
   Alkohol 70 % . . . . 24 Stunden
   Alkohol 80 % . . . . 24 Stunden
   Alkohol 90 % . . . . 24 Stunden
   Alkohol 96 % . . . . 24 Stunden
   Alkohol absol. . . . . 48 Stunden
   Aether-Alkohol . . . . 72 Stunden
7. Einbetten in Celloidin 1 % . . . . 3 Wochen
   Celloidin 2 % . . . . 3 Wochen
   Celloidin 4 % . . . . 10 Tage
   Celloidin 8 % . . . . 8 Tage

Nachdem die Präparate so völlig eingeschlossen waren, wurden sie auf Stabilitklötze geklebt und mit 70 %igem Alkohol übergossen, um das Celloidin ganz zu härten. Danach wurden Mikrotomschnitte in Stärke von 15 μ gemacht und diese folgender Weiterbehandlung unterworfen:

1. Färben mit Anilinwasser-Gentianaviolett . . . . 5—10 Minuten
2. Abtropfen der Farblösung und Abtrocknen mit Fließpapier
3. Lugolsche Lösung . . . . 3—5 Minuten
4. Abtropfen der Lösung und Abtrocknen mit Fließpapier
5. Sorgfältige Differenzierung in Anilinöl: Xylol und zwar in folgender Abstufung:

   1. 1:3
   2. 1:2
   3. 1:1 und schließlich
   4. reines Anilinöl.

Man zieht die Farbe unter dauernder Kontrolle durch das Mikroskop solange aus, bis keine Farbabgabe mehr erfolgt, die Grundsubstanz soll fast ganz entfärbt sein. Die Schnitte werden gut in Xylol abgewaschen und in Kanadabalsam eingeschlossen.

Vor dem Auftropfen der Farblösung wurden die Schnitte zur Vermeidung starker Schrumpfungen, wie sie besonders im Anilinöl erfolgen, auf einen Objektträger gebracht und mit Filtrierpapier angedrückt.

Verarbeitet wurden 24 Zähne, je 7 untere und obere Molaren, 4 obere und 2 untere Prämolaren und 4 obere Schneidezähne. Von diesen 24 Zähnen waren — wie es sich bei der mikroskopischen Betrachtung herausstellte — für die vorliegende Arbeit nur 5 Zähne geeignet und zwar

1. ein rechter oberer seitlicher Schneidezahn . . . . 13 Jahre
2. ein linker oberer zweiter Prämolar . . . . 22 Jahre
3. ein rechter oberer Weisheitszahn . . . . 23 Jahre
4. ein linker unterer erster Prämolar . . . . 24 Jahre
5. ein linker unterer erster Molar . . . . 7 Jahre

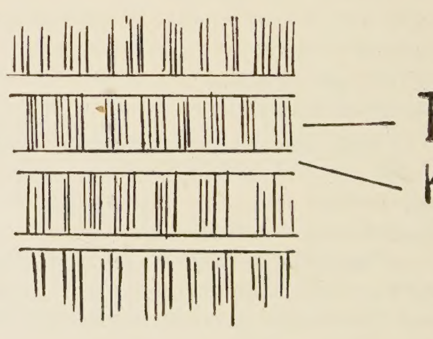
Bei den übrigen Zähnen stellte es sich nach dem Färben heraus, daß sie für die weitere Untersuchung keine Verwendung finden konnten, da keine Zeichnung der Fibrillen erfolgte, sondern die Grundsubstanz als homogene Masse erschien, in der nur die Kanälchen als Aussparungen sichtbar wurden. Dieses Versagen trotz sorgfältiger Vorbereitung, und obwohl nur Zähne Jugendlicher zur Verwendung kamen, ist wohl auf eine frühzeitige Verkalkung der Fibrillen zurückzuführen, sodaß sie die Farbe nicht mehr annehmen.

Die restlichen Zähne wurden längs oder quer geschnitten und von diesen Schnitten wurden je 25—30 aus den verschiedensten Zahnzonen gefärbt, sodaß ungefähr 150 Präparate für die Untersuchungen zur Verfügung standen.

Der folgenden Beurteilung liegen 150 Schnitte von 5 Zähnen Jugendlicher zu Grunde. Das allen gemeinsame also gesetzmäßige Verhalten der Fibrillenzeichnung soll an drei typischen Beispielen erläutert werden. Im Anschluß daran soll eine zusammenfassende Darstellung der Fibrillenstruktur des menschlichen, fertig entwickelten Zahnes zu geben versucht werden.

Zu jeder Mikroaufnahme gehört eine Skizze. Diese zeigt ganz grob schematisch, wie sich die betreffende Stelle im Mikroskop beim Spielen der Mikrometerschraube darstellt.

Skizze I



K = Zahnbeinkanälchen

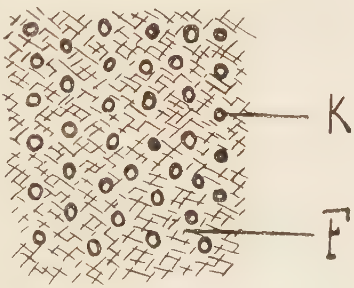
F = Fibrillen



Abb. I|4 24 Jahre alt, radialer Längsschnitt durch Wurzelteil. Weigert-Methode

Abbildung I zeigt einen radialen Längsschnitt durch einen unteren Prämolaren. Da der Schnitt durch tiefere Zonen des Zahnes geführt ist, sind die Kanälchen längs getroffen. Auf der Photographie sind es die hellen Streifen, die das Bild durchqueren. Auf ihnen senkrecht stehen kleinere oder größere nicht ganz regelmäßig begrenzte dunkle Felder. Einmal bilden sie scheinbar zusammenhängende Streifen, deren Felderung nur daran zu erkennen ist, daß sie nicht die Kanälchen scharf umrissen begrenzen, sondern mehr oder weniger tiefe Einbuchtungen zeigen, die somit zum Ausdruck bringen, daß an dieser Stelle zwei Felder zusammenstoßen; an anderer Stelle wiederum ist die Felderung häufig unterbrochen und man sieht deutlich feine Zwischenräume zwischen den Feldern, durch die gleichsam eine Verbindung mit den Nachbarkanälchen geschaffen wird. — Betrachtet man dieselbe Stelle im Mikroskop und läßt dabei die Mikrometerschraube spielen, so lösen sich die Felder in allerfeinste Fasern auf, wie Skizze I zeigt. Man erkennt dann deutlich eine ganz feine Streifung der Räume zwischen den Kanälchen, bewirkt durch feine Fasern, die parallel zu einander und annähernd senkrecht zu den Kanälchen verlaufen. Im photographischen Bild werden die Fasern zusammengedrängt und es kommt die oben beschriebene Felderung zustande. Diese unregelmäßigen Felder — bezw. in der Skizze Fasern — sind längsgetoffene Fibrillenbündel, die fast rechtwinklig auf den radiär verlaufenden Zahnbeinkanälchen stehen und somit den tangentialen Verlauf der Fibrillen beweisen.

Skizze II



K = Zahnbeinkanälchen

F = sich überkreuzende Fibrillen

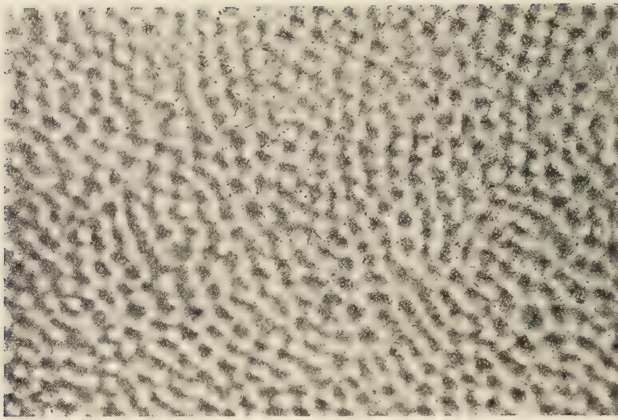


Abb. II|5 22 Jahre alt. Tangential-Schnitt durch Zahnhals.
Weigert-Methode.

Auch in Abbildung II einem Tangentialschnitt, läßt sich der tangentiale Fibrillenverlauf verfolgen. Nur sind hierbei, da der Schnitt dicht unter dem Schmelz geführt ist, die Zahnbeinkanälchen quer oder schräg getroffen und erscheinen dadurch kreisrund bis oval. Auf der Photographie erscheinen sie in der erwähnten Form als helle Aussparung in einer dunklen Umgebung. Zwischen den Kanälchen befinden sich runde oder eckige Gebilde, die nach allen Seiten in dünne Fasern auslaufen, mit denen sie die Verbindung mit ihren Nachbarn herstellen. Es entsteht somit ein zusammenhängendes netzartiges Geflecht, in dem die Kanälchen ausgespart sind. — Im Mikroskop dagegen erscheint ein Bild, wie es Skizze II zeigt. Die Kanälchen bieten sich als Kreise dar, zwischen denen feine sich überkreuzende Fasern verstreichen; diese von den Fasern gebildeten Überkreuzungen liegen in Ebenen, die senkrecht zu den Kanälchen stehen. Im photographischen Bild werden die einzelnen Fasern nicht erfaßt, sondern gleichsam zusammengedrängt. Weil nun auch noch infolge des verhältnismäßig dicken Schnittes mehrere Ebenen übereinander geschichtet sind, kommen auf der Photographie diese eigenartigen sternförmigen Gebilde zustande, die also nichts weiter sind als die in Skizze II dargestellten Überkreuzungen von Faserzügen. — Diese Faserzüge bestehen hier ebenso wie in Abbildung I aus Fibrillen, sodaß also auch durch diesen Schnitt, da ja die Überkreuzungen in Ebenen erfolgen, die senkrecht zu den Kanälchen stehen, der Beweis für den tangentialen Verlauf der Fibrillen erbracht wird.

Skizze III

B = Grundsubstanz mit Fibrillenzügen

K = Zahnbeinkanälchen

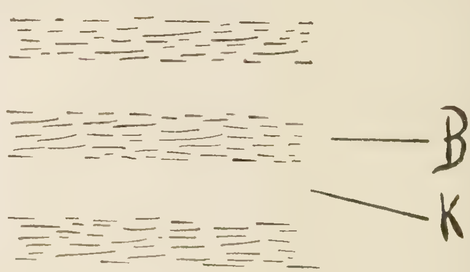




Abb. III | 6 7 Jahre alt. Querschnitt durch Krone oberhalb der Pulpa. Weigert-Methode

Im Gegensatz zu den bisherigen Bildern steht Abbildung III, die uns einen Querschnitt durch die Krone eines Unterkiefermolaren zeigt. Hierbei sind die Kanälchen längs getroffen. Zwischen den Kanälchen und zwar parallel zu ihnen verlaufen dicke Faserzüge von geschlängeltem Aussehen; betrachtet man einen solchen Faserzug im Mikroskop und läßt dabei die Mikrometerschraube spielen, so lösen sie sich, wie Skizze III zeigt, in ein Flechtwerk, bestehend aus feinsten Fibrillen auf. Sie sind spiralig gedreht, sodaß man sie in Wirklichkeit nur auf ganz kurzen Strecken verfolgen kann. Bei schwächerer Vergrößerung schließen sie sich zu Faserzügen, wie sie Abbildung III zeigt, zusammen. Da diesen Fasern-Fibrillen eine zu den Kanälchen parallele Richtung zu eigen ist, folgt daraus, daß im Zahnbein des Menschen die Fibrillen auch radiär — also in der Längsrichtung der Kanälchen verlaufend — angeordnet sein können.

Diese Untersuchungen bestätigten zunächst einmal die Angaben v. Ebners, wonach die Fibrillen sich schichtweise überkreuzen und ihre Züge senkrecht zu den Zahnbeinkanälchen stehen. Andererseits ergibt Abbildung III ganz deutlich den parallelen Verlauf der Fibrillenbündel, sodaß wir zwei Arten von Fibrillenrichtung vor uns haben:

Einmal die tangentiale — senkrecht — zu den Zahnbeinkanälchen, und die radiäre — parallel — zu ihnen.

Eine genaue Beschreibung des Gesamtverlaufes der Fibrillen in Bezug auch auf die Doppelnatur des Dentins können wir nicht geben, da es dazu lückenloser Serienschnitte einer größeren Anzahl Zähne bedürfte, die uns nicht zur Verfügung standen. Doch kann man wohl annehmen, daß der Fibrillenverlauf in den tieferen Dentinschichten — also im zirkumpulpären Dentin — innerhalb des Wurzelgebietes überwiegend tangential, im Kronengebiet parallel zu den Zahnbeinkanälchen — also radiär — erfolgt. Im Manteldentin dagegen vorwiegend tangential.

C.

Zusammenfassend läßt sich sagen:

1. Tangentialer Fibrillenverlauf im Manteldentin und im Wurzelteil des zirkumpulpären Dentins.
2. Radiärer Verlauf in den Schichten über der Pulpakammer.

Literatur-Verzeichnis

v. Ebner. „Bau des Zahnbeins“. Handbuch der Zahnheilkunde (Scheff) S. 340, 1922.

v. Ebner. „Über scheinbare und wirkliche Radiärfasern des Zahnbeins“. Anatomischer Anzeiger, 34. Bd., S. 289, 1909.

Römer, O. „Atlas der pathologisch-anatomischen Veränderungen der Zahnpulpa, nebst Beiträgen zur normalen Anatomie des Zahnbeins und Pulpa beim Menschen.“
Freiburg in Br. 1909.

Studnicka, F. K. „Zur Lösung der Dentinfrage. Bemerkungen zu den Arbeiten von K. v. Korff und v. Ebner“.
Anatomischer Anzeiger, 34. Bd., S. 481, 1909.

v. Korff. „Die Entwicklung der Zahnbeingrundsubstanz der Säugetiere“. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 67, S. 1, 1909.

Mafur, A. „Die Bindegewebsfibrillen der Zahnpulpa und ihre Beziehungen zur Dentinbildung.“
Anat. Hefte, 40. Bd., S. 389, 1910.

Neugebauer. „Kritisches zur v. Korffschen Hypothese über die Entwicklung des Knochens“.
Anat. Hefte, 40. Bd., S. 871, 1909.

Kantorowicz, A. „Zur Histogenese des Dentins, insbes. des Ersatzdentins. Deutsche Monatsschrift f. Zahnheilkunde, 28. Jahrg., S. 545, 1910

Fleischmann, L. „Die praktische Bedeutung des irregulären Dentins.“ Oester. Zeitschrift f. Stomatologie. Heft 5, 1911.

Lickteig, H. u. L. „Beitrag zur Kenntnis der Anlage und Entwicklung der Zahnbein-Grundsubstanz der Säugetiere.
Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 80, S. 117, 1912.

Ahrens, H. „Die Entwicklung der menschlichen Zähne.“
Anat. Hefte, 48. Bd., Heft 154, 1913.

Dependorf. „Beiträge zur Innervierung der menschlichen Pulpa und des Dentins.“ Deutsche Monatsschrift f. Zahnheilk. 31. Jahrg.
Seite 570, 1913.

Fritsch, C. „Untersuchungen über den Bau und Innervierung des Dentins.“ Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 84 i. Abtl. S. 307, 1914.

Wetzel, G. „Lehrbuch der Anatomie für Zahnärzte.“

Walkhoff, O. „Über den feineren Bau der Dentinkanälchen.“
Oester. ungar. Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde. 1924.

Walkhoff, O. „Normales und transparentes Zahnbein.“ Deutsche Wochenschrift f. Zahnheilkunde. 37. Jahrg. S. 451. 1916.

Römer, O. „Nerven im Zahnbein.“ Straßburg.

Szymonowicz, L. „Lehrbuch der Histologie, S. 84.

Schaffer. „Vorlesungen über Histologie und Histogenese. S. 43.

Stöhr, Ph. „Lehrbuch der Histologie." S. 59.

Walkhoff, O. „Die normale Histologie menschlicher Zähne."

Scherbel, H. u. Schönlank, W.: „Leitfaden der normalen und pathologischen Histologie der Zähne."

Weidenreich, F. „Knochenstudien."
Zeitschrift f. Anat. und Entwicklungsgeschichte, S. 383, 1923.

Weidenreich, F. „Über den Bau und Entwicklung des Zahnbeins in der Reihe der Wirbeltiere." Zeitschrift f. Anat. und Entwicklungsgeschichte, S. 218, 1925.

Weidenreich, F. „Über den Schmelz der Wirbeltiere und seine Beziehung zum Zahnfleisch." Zeitschrift f. Anat. und Entwicklungsgeschichte Bd. 79, Heft 3, 1926.

Weidenreich, F. „Die Hartsubstanzgewebe des Zahnes in phylogenetischer Betrachtung." Paradentium 1930. S. 194.

Adloff. „Tomessche Körnerschicht, Interglobulardentin und Vasodentin in einigen Säugetierzähnen." Vierteljahrszeitschrift der Zahnheilkunde S. 207, 1930.

Romeis, B. „Taschenbuch der mikroskopischen Technik." S. 349 u. 415, 1924.

Lebenslauf.

Ich, Herbert Fiedler, wurde am 7. März 1902 als Sohn des Kaufmanns Otto Fiedler, in Mühlhausen i. Thr. geboren. Nach Besuch der Vorschule besuchte ich das Gymnasium, das ich Ostern 1921 nach bestandener Reifeprüfung verließ. Zunächst war ich mehrere Jahre kaufmännisch tätig. Sommersemester 1925 bezog ich die Universität Breslau um Zahnheilkunde zu studieren. W./S. 1926/27 bestand ich in Breslau das Physikum. Krankheitshalber mußte ich ein Jahr mit dem Studium aussetzen. W./S. 1928/29 ging ich nach Göttingen bis zu meinem im Mai 1930 bestandenen Staatsexamen.